

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2005 年 9 月 15 日 (15.09.2005)

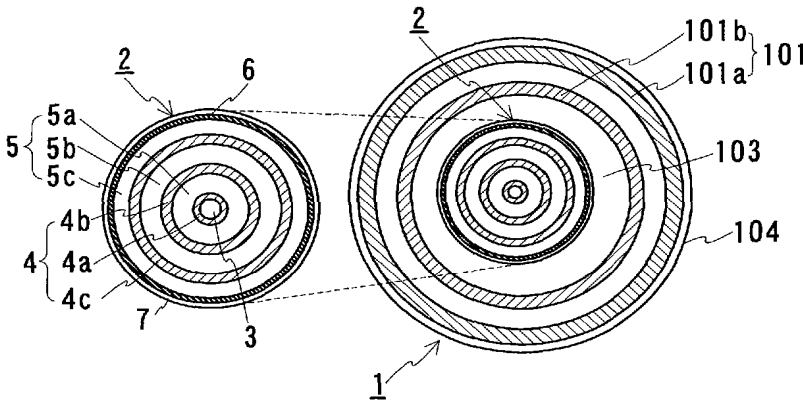
PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2005/086306 A1

- (51) 国際特許分類: H02G 15/22, H01B 12/02
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/002424
- (22) 国際出願日: 2005 年 2 月 17 日 (17.02.2005)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2004-060763 2004 年 3 月 4 日 (04.03.2004) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 住友電気工業株式会社 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番 3 3 号 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 芦辺 祐一 (ASHIBE, Yuuichi).
- (74) 代理人: 中野 稔, 外 (NAKANO, Minoru et al.); 〒5540024 大阪府大阪市此花区島屋一丁目 1 番 3 号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP).
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告書
- 2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: TERMINAL STRUCTURE OF POLYPHASE SUPERCONDUCTING CABLE

(54) 発明の名称: 多相超電導ケーブルの端末構造



sealing refrigerant in the refrigerant tank.

(57) Abstract: Terminal structure of a polyphase superconducting cable being interposed between the terminal part of the polyphase superconducting cable and the normal temperature side, comprising a polyphase superconducting cable having a plurality of superconductor layers that are arranged concentrically through conductor insulation layers and conduct currents of different phases, a refrigerant tank being filled with refrigerant for cooling the end part of these superconductor layers, lead parts being connected electrically with respective end parts of these superconductor layers, and insulating members being arranged on the outer circumference of these lead parts and

(57) 要約: 多相超電導ケーブルの端部と常温側との間に設けられる端末構造であって、導体絶縁層を介して、位相の異なる電流が流される超電導導体層を同心円状に複数具える多相超電導ケーブルと、これら超電導導体層の端部を冷却する冷媒が満たされる冷媒槽と、これら超電導導体層の端部のそれぞれに電気的に接続される各リード部と、これらリード部の外周に配置されると共に、冷媒槽の冷媒を封止する絶縁部材とを具える多相超電導ケーブルの端末構造を提供する。

WO 2005/086306 A1

## 明 細 書

### 多相超電導ケーブルの端末構造

#### 技術分野

- [0001] 本発明は、多相超電導ケーブルの端部と常温側との間に設けられる多相超電導ケーブルの端末構造に関するものである。特に、位相の異なる電流が流される超電導導体層を同心円状に複数具える多相超電導ケーブルの端末構造に関する。

#### 背景技術

- [0002] 従来、Bi系高温超電導テープ線などからなる超電導導体層を具えた超電導ケーブルにおいて、ケーブルコアを一本具える単相ケーブルだけでなく、複数のケーブルコアを具える多相ケーブルが開発されつつある。このような多相ケーブルとして、複数のケーブルコアを一括にした多心一括型のケーブルがある。図5は、三心一括型の三相超電導ケーブルの断面図である。以下、図面において同一符号は同一物を示す。この超電導ケーブル100は、断熱管101内に3本のケーブルコア102を撚り合わせて収納させた構成である。断熱管101は、外管101aと内管101bとからなる二重管の間に断熱材(図示せず)が配置され、かつ二重管内が真空引きされた構成である。断熱管101の外周には、防食層104を具える。各ケーブルコア102は、中心から順にフォーマ200、超電導導体層201、電気絶縁層202、ケーブルシールド層203、保護層204を具え、内管101bと各ケーブルコア102とで囲まれる空間103が液体窒素などの冷媒の流路となる。
- [0003] 図6は、三心一括型の三相超電導ケーブルにおいて常温側との接続構造を示す概略構成図、図7は、同ケーブルの端末構造を示す概略構成図である。上記多心一括型の多相ケーブルでは、常温側との接続構造を相ごとに形成する。具体的には、図6に示すように超電導ケーブル100の端部を相(ケーブルコア102)ごとに分岐する分岐箱210と、分岐箱210から引き出した各コア102を収納する断熱管220と、各コア102の端部をそれぞれ導入する終端接続箱230とを具える。各終端接続箱230に導入されたコア102はそれぞれ、常温側に引き出される導体部110a(図7参照)と接続され、導体部110aは、連結ケーブル240を介して、常温側接続箱250と接続され、極低温側と

常温側間の電力送電を可能にする。

- [0004] 端末構造は、図7に示すようにケーブルコア102の端部と、極低温にあるコア102と常温側との間で電氣的導通をとる導体部110aと、導体部110aの一端側(コア102との接続側)を収納する冷媒槽111及び冷媒槽111の外周を覆う真空容器112からなる終端接続箱230と、真空容器112の常温側に配置される碍管113とを具える。図7に示す構成では、ケーブルコア102の端部に導電性のリード棒114を接続し、このリード棒114及びジョイント部115を介して、超電導導体層と導体部110aとを電氣的に接続する。導体部110aは、通常、銅やアルミニウムなどで形成され、FRP製などの絶縁ブッシング110bに内蔵され、冷媒槽111から真空容器112を経て碍管113に亘って配置される。冷媒槽111には、リード棒114の一端側(ジョイント部115との接続側)と、導体部110の一端側(同)とを冷却する液体窒素などの冷媒111aが満たされる。碍管113は、導体部110aの他端側(常温側)が収納され、SF<sub>6</sub>や絶縁油などの絶縁流体113aが充填される。リード棒114の外周は、リード棒冷媒槽116が配置され、その外周には、リード棒真空容器117が配置される(特許文献1参照)。

- [0005] 特許文献1:特開2002-238144号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0006] 上記のように多心一括型の多相ケーブルの終端部における接続構造は、分岐箱を介して相ごとに分岐し、相ごとに端末構造を形成するため、構造自体が大きくなり、小型化が求められている。

- [0007] そこで、本発明の主目的は、終端部における接続構造をより小型化することができる多相超電導ケーブルの端末構造を提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0008] 本発明は、多心一括型の多相ケーブルではなく、いわゆる同軸型の多相ケーブルを用いることで上記目的を達成する。

- [0009] 即ち、本発明多相超電導ケーブルの端末構造は、導体絶縁層を介して、位相の異なる電流が流される超電導導体層を同心円状に複数具える多相超電導ケーブルと、これら超電導導体層の端部を冷却する冷媒が満たされる冷媒槽とを具える。これら超

電導導体層の端部にはそれぞれ、リード部を電氣的に接続する。そして、これらリード部の外周には、絶縁部材を配置すると共に、この絶縁部材にて前記冷媒槽の冷媒を封止する。

### 発明の効果

- [0010] 上記構成を具える本発明多相超電導ケーブルの端末構造は、多心一括型の多相ケーブルと異なり、相ごとに分岐する分岐箱が不要であり、かつ相ごとに終端接続箱を設けず、全相で一つの終端接続箱を利用することができるため、終端部における接続構造を小型化することができるという優れた効果を奏し得る。また、内側の超電導導体層に対して、見かけ上シールドの役割を果たす外側の超電導導体層を大地に対して電氣的に絶縁することができる。更に、断熱構造を構築することで、常温側からの熱侵入も十分に低減することができる。

### 図面の簡単な説明

- [0011] [図1]図1は、同心円状に複数の超電導導体層を具える多相超電導ケーブルの断面を示す概略構成図である。
- [図2]図2は、本発明多相超電導ケーブルの端末構造の概略構成図である。
- [図3(A)]図3(A)は、超電導導体層とリード部の取り付け部分を示す概略構成図である。
- [図3(B)]図3(B)は、リード部の概略構成図である。
- [図4]図4は、絶縁部材においてリード部の配置状態を示す上面模式図である。
- [図5]図5は、三心一括型の三相超電導ケーブルの断面を示す概略構成図である。
- [図6]図6は、三心一括型の三相超電導ケーブルにおいて常温側との接続構造を示す概略構成図である。
- [図7]図7は、三心一括型の三相超電導ケーブルの端末構造を示す概略構成図である。

### 符号の説明

- [0012] 1 多相超電導ケーブル 2 ケーブルコア 3 フォーマ
- 4 超電導導体層 4a 第一導体層 4b 第二導体層 4c 第三導体層
- 5 導体絶縁層 5a 第一導体絶縁層 5b 第二導体絶縁層

5c 第三導体絶縁層 6 ケーブルシールド層 7 保護層  
10 冷媒槽 10a 冷媒  
20 リード部 21,21a〜21c スリーブ部 22a 孔 22b 取付部  
23 連結部材 24 取付部材  
30 絶縁部材 31,32 フランジ部  
40 断熱槽 41 本体部 42 蓋部  
50 碍管 51 上部シールド 52 絶縁流体  
100 三心一括型の多相超電導ケーブル 101 断熱管 101a 外管 101b  
内管 102 ケーブルコア 103 空間 104 防食層  
110a 導体部 110b 絶縁ブッシング 111 冷媒槽 111a 冷媒  
112 真空容器 113 碍管 113a 絶縁流体 114 リード棒  
115 ジョイント部 116 リード棒冷媒槽 117 リード棒真空容器  
200 フォーマ 201 超電導導体層 202 電気絶縁層  
203 ケーブルシールド層 204 保護層  
210 分岐箱 220 断熱管 230 終端接続箱 240 連結ケーブル  
250 常温側接続箱

### 発明を実施するための最良の形態

[0013] 以下、本発明をより詳しく説明する。

本発明において多相超電導ケーブルは、同心円状に複数の超電導導体層を具え、超電導導体層間にはそれぞれ、導体絶縁層を具えるものとする。具体的には、中心から順に超電導材料から構成される第一導体層、絶縁材料から構成される第一導体絶縁層、同第二導体層、同第二導体絶縁層、同第三導体層、同第三導体絶縁層…と超電導導体層と導体絶縁層とを交互に配置して構成するとよい。

[0014] 超電導導体層は、例えば、Bi2223系超電導材料からなる線材を螺旋状に巻回することで形成するとよく、単層でも多層でもよい。多層とする場合、層間絶縁層を設けてもよい。層間絶縁層は、クラフト紙などの絶縁紙やPPLP(住友電気工業株式会社製、登録商標)などの半合成絶縁紙を巻回して設けることが挙げられる。第一導体層は、フォームの外周に巻回して形成することが挙げられる。第二導体層以降は、導体絶

縁層の外周に巻回して形成することが挙げられる。導体絶縁層は、PPLP(登録商標)などの半合成絶縁紙やクラフト紙などの絶縁紙を巻回して形成するとよく、相間絶縁に必要な絶縁強度を具えるようにする。最外側に位置する導体絶縁層の外周には、外側に形成される超電導導体層と同様に構成したケーブルシールド層を具えてもよい。ケーブルシールド層の外周には、保護層を具えていてもよい。

- [0015] フォーマ、上記超電導導体層、導体絶縁層、その他適宜ケーブルシールド層、保護層を順次形成してケーブルコアとし、このコアを断熱管内に収納して、同軸型の多相超電導ケーブルを構成する。断熱管は、例えば、外管と内管とからなる二重構造の断熱管の間に断熱材を配置し、内管と外管間を真空引きする構成が挙げられる。内管内には、ケーブルコアを冷却する液体窒素などの冷媒を充填する。断熱管の外周には、ポリ塩化ビニルなどの樹脂にて防食層などを設けてもよい。このように同心円状に超電導導体層を配置した多相超電導ケーブルは、従来の多心一括型の多相超電導ケーブルと比較して、ケーブル断面積を小さくすることができ、ケーブル自体を小型化することができる。また、同軸型の多相超電導ケーブルは、多心一括型と比較して、送電ロスが少なく好ましい。
- [0016] 超電導ケーブルと常温側とを接続する場合、ケーブル端部の超電導導体層は、極低温に冷却する必要がある。そこで、本発明端末構造は、極低温状態が維持できるように、ケーブル端部の超電導導体層を冷却する冷媒槽を具える。冷媒槽には、液体窒素などの冷媒を充填するとよい。この冷媒槽の外周には、断熱構造を具える断熱槽を具えることが好ましい。これら冷媒槽や断熱槽は、強度に優れるステンレスなどの金属にて形成することが好ましい。
- [0017] 各超電導導体層の端部にはそれぞれ、常温側において相ごとに電気を引き出せるようにリード部を電氣的に接続する。即ち、リード部を介して極低温側と常温側との電力送電を可能にする。リード部を具えず、超電導導体層をそのまま外部に引き出した場合、超電導導体層を超電導材料からなる線材を巻回して形成していると、超電導導体層に含浸される冷媒が超電導導体層を伝って外部に漏れてしまう。これに対し、リード部を具えることで本発明端末構造は、冷媒の漏出を防止することができる。リード部は、導電性材料にて形成するとよい。ここで、リード部は、超電導導体層に接続さ

れる一端側が冷媒槽内に配置されるため、冷媒に接触する。そこで、リード部は、冷媒温度、例えば、冷媒として液体窒素を用いる場合、液体窒素の温度近傍においても電氣的抵抗が小さい金属、例えば、銅やアルミニウム(共に、77Kの比抵抗  $\rho = 2 \times 10^{-7} \Omega \cdot \text{cm}$ )などといった常電導材料にて形成することが挙げられる。

[0018] 上記のようにリード部は、導電性部材であるため、これらリード部間は、絶縁する必要がある。そこで、相間絶縁を行うべく、これらリード部の外周には、絶縁部材を配置する。これらリード部は、相絶縁に必要な距離を保持できるように絶縁部材に配置する。ここで、例えば、三相交流ケーブルとする場合、各超電導導体層には、位相を  $120^\circ$  ずつずらして電流を流すため、リード部はそれぞれ、位相が  $120^\circ$  ずれた電位をもつ。従って、最内側に位置する第一導体層に対して位相が  $120^\circ$  ずれた電位をもつ第二導体層は、見かけ上シールド層として機能する。また、第二導体層に対して位相が  $120^\circ$  ずれた電位をもつ第三導体層は、見かけ上シールド層として機能する。通常、シールド層は、接地をとる。しかし、上記第二導体層や第三導体層は、大電流が流されることから大地に対して高電位であるため、大地と電氣的に絶縁する必要がある。本発明では、上記のようにリード部の外周に絶縁部材を配置することで、リード部に接続される第二導体層や第三導体層を大地と電氣的に絶縁することができる。このような絶縁部材は、相間絶縁及び大地に対する絶縁可能な構成であればよく、例えば、エポキシ樹脂やFRP(繊維強化プラスチック)などの絶縁材料にて形成することが挙げられる。絶縁部材は、別個に形成したものをリード部に装着させてもよい、リード部と一体に形成してもよい。

[0019] そして、本発明では、上記絶縁部材にて冷媒槽の封止をも行う。この構成により、相間絶縁及び大地との絶縁が行えるだけでなく、冷媒槽からの冷媒の漏出を防止することができる。冷媒槽の封止は、例えば、冷媒槽を筒状に形成し、一方の開口部に適合させて絶縁部材を形成し、この開口部を絶縁部材で塞ぐことが挙げられる。

[0020] 絶縁部材から導出されて外部側に配置される各リード部の他端はそれぞれ、電氣的に絶縁するべく、SF<sub>6</sub>や絶縁油などの絶縁流体を充填した碍管や、エポキシ樹脂などからなる絶縁筒を配置するとよい。

[0021] 上記リード部は、例えば、ハンダなどにより超電導導体層に直接取り付けてもよい。

このとき、通常のハンダ(融点190℃程度)を利用すると、導体絶縁層の絶縁性能が溶融熱により劣化する恐れがあるため、低融点ハンダを用いてもよい。具体的には、導体絶縁層の耐熱温度よりも融点が高いハンダを用いるとよい。また、超電導導体層の少なくとも一部にリード部が取り付けられる構成としてもよいが、超電導導体層の外周を覆うように導電性材料からなるスリーブ部を配置し、このスリーブ部にリード部を接続させてもよい。特に、外側に配置される超電導導体層は、外径が大きくなるため、スリーブ部を利用することが好ましい。スリーブ部は、超電導導体層と電氣的に接続する。例えば、上記低融点のハンダなどにより接続することが挙げられる。スリーブ部の構成材料としては、冷媒槽に配置されて冷媒に接触することから、リード部と同様に銅やアルミニウムなどの極低温であっても抵抗の小さい常電導材料にて形成してもよい。スリーブ部の形状としては、特に超電導導体層を複数の超電導線材にて形成する場合、できるだけ多くの超電導線材と電氣的に接続可能な形状であることが好ましい。例えば、超電導導体層の外周を全周に亘って覆うことが可能な筒状、例えば、円筒状が挙げられる。筒状とする場合、分割片を組み合わせる構成とすると、超電導導体層の外周に取り付け易く好ましい。例えば、円筒状とする場合、断面円弧状の分割片を組み合わせる構成、具体的には、断面半円弧状の半割れの分割片を組み合わせる構成が挙げられる。また、スリーブ部には、外周面から内周面に向けて貫通する孔を複数設けて、この孔に上記ハンダなどを流して超電導導体層に接続する構成とすると、取り付け易く好ましい。

[0022] 冷媒槽の外周、及び絶縁部材の外周(特に冷媒槽から突出している部分)は、常温側から冷媒槽側への熱侵入を抑制するべく、断熱構造を構築することが好ましい。例えば、冷媒槽や絶縁部材の外周に断熱材を配置すると共に、同外周を覆うように断熱槽を配置することが挙げられる。断熱槽内は、真空引きして断熱性を高めてもよい。

[0023] 以下、本発明の実施の形態を図を用いて説明する。なお、図面の寸法比率は、説明のものと必ずしも一致していない。

図1は、同心円状に複数の超電導導体層を具える多相超電導ケーブルの断面を示す概略構成図、図2は、本発明多相超電導ケーブルの端末構造の概略構成図であ



る。本発明多相超電導ケーブルの端末構造は、多相超電導ケーブル1の端部と常温側との間に設けるのに適したものであり、特に、導体絶縁層5を介して、位相の異なる電流が流される超電導導体層4を同心円状に複数具える同軸型の多相ケーブルを用いたものである。この例に示す端末構造は、三層の超電導導体層4の端部を冷却する冷媒10aが満たされる冷媒槽10と、これら超電導導体層4の端部のそれぞれに電氣的に接続される各リード部20と、これらリード部20の外周に配置されると共に、冷媒槽10の冷媒10aを封止する絶縁部材30とを具える。冷媒槽10の外周及び絶縁部材30の外周には、断熱槽40を具える。各リード部20の常温側にはそれぞれ、碍管50を具える。以下、各構成部材をより詳しく説明する。

[0024] <多相超電導ケーブル>

本例で用いた多相超電導ケーブル1は、図1に示すように異なる三相の電流が流される超電導導体層4を三層同軸状に具える三相超電導ケーブルであり、断熱管101内にケーブルコア2を収納させた構成である。断熱管101は、外管101aと内管101bとからなる二重管の間に断熱材(図示せず)が配置され、かつ二重管内が真空引きされた構成である。ケーブルコア2は、中心から順にフォーマ3、第一導体層4a、第一導体絶縁層5a、第二導体層4b、第二導体絶縁層5b、第三導体層4c、第三導体絶縁層5c、ケーブルシールド層6、保護層7を具え、内管101bとケーブルコア2とで囲まれる空間103が液体窒素などの冷媒の流路となる。

[0025] 各導体層4a〜4c及びケーブルシールド層6は、Bi2223系超電導テープ線(Ag-Mnシース線)にて形成した。第一導体層4a、第二導体層4b、第三導体層4c、ケーブルシールド層6はそれぞれ、フォーマ3、第一導体絶縁層5a、第二導体絶縁層5b、第三導体絶縁層5cの外周に多層に螺旋状に巻回して構成した。第一導体絶縁層5a、第二導体絶縁層5b、第三導体絶縁層5cはそれぞれ、第一導体層4a、第二導体層4b、第三導体層4cの外周に半合成絶縁紙(住友電気工業株式会社製PPLP:登録商標)を巻回して構成した。フォーマ3は、絶縁被覆された銅線を複数本撚り合わせたものを用いた。保護層7は、ケーブルシールド層6の外周にクラフト紙を巻回して構成した。断熱管101は、SUSコルゲート管を用い、外管101bと内管101a間に断熱材を多層に配置して真空引きした真空多層断熱構造とした。断熱管101の外周には、ポリ塩化ビ

ニルにて防食層104を形成した。

[0026] このような多相超電導ケーブル1は、図5で示す従来の三心一括型の多相超電導ケーブル100と比較して、断面積が小さく、送電ロスが少ないという利点がある。また、後述するように常温側との接続を行う終端部における接続構造も小さくすることができる。

[0027] < 端末構造 >

(冷媒槽)

終端部においても多相超電導ケーブル1は、超電導状態を維持する必要がある。そこで、常温側と接続される多相超電導ケーブル1の端部を冷媒10aが充填された冷媒槽10に収納している。具体的には、多相超電導ケーブル1からケーブルコア2を引き出し、このコア2を冷媒槽10に導入している。本例において冷媒槽10は、ステンレスにて形成した。また、冷媒10aとして、液体窒素を用いた。

[0028] (リード部)

冷媒槽10に導入したケーブルコア2の端部は、段剥ぎして各超電導導体層4をそれぞれ露出させ、常温側と電氣的に接続するべく、導電性材料にて形成したリード部20を取り付けている。図3(A)は、超電導導体層とリード部の取り付け部分を示す概略構成図、図3(B)は、リード部の概略構成図である。本例に示すリード部20は、銅にて形成した棒状体である。これらリード部20は、各超電導導体層と接続するべく一端を冷媒槽10に導入させ、常温側の機器などと接続するべく他端を冷媒槽10及び断熱槽40から突出させている。突出させた部分の外周には、碍管50を配置している。これらリード部20により、極低温側と常温側間の送電を可能にする。

[0029] これらリード部20は、各超電導導体層に直接取り付けてもよいが、本例では、各超電導導体層の外周に導電性材料で形成したスリーブ部21を配置し、スリーブ部21にリード部20を取り付ける構成とした。

[0030] (スリーブ部)

本例において各超電導導体層の外周にそれぞれ配置させるスリーブ部21a～21cは、リード部20と同様に銅にて形成した。形状は、各超電導導体層の外周に適合させた内径Rを有する円筒状とした。本例では、超電導導体層に取り付け易いように半

円弧状の分割片を組み合わせて円筒状となるものを利用した。また、スリーブ部21の外周には、外周面から内周面に向かって貫通する孔22aを複数設けており、この孔22aにハンダを流し込むことで、スリーブ部21と超電導導体層とを電氣的に接続すると共に、スリーブ部21を超電導導体層に固定する。本例では、融点の低いハンダ、具体的には、融点が約79℃のハンダ(化学成分;Sn:17質量%、Bi:57質量%、In:26質量%)を用いた。また、スリーブ部21には、リード部20と接続するための取付部22bを設けている。

[0031] (連結部材及び取付部材)

本例では、リード部20とスリーブ部21とを直接接続せず、連結部材23及び取付部材24を介して行う構成とした。連結部材23及び取付部材24は、いずれも銅製とし、連結部材23は、編組材からなるものであり、取付部材24は、両端に穴を有するブロック体である。また、スリーブ部21には、連結部材23を取り付ける取付部22bを設けた。そして、リード部20とスリーブ部21との取り付けは、以下のように行う。スリーブ部21の取付部22bに設けた穴に連結部材23の一端を挿入して圧縮する。一方、リード部20の一端を取付部材24の一方の穴に挿入して圧縮する。そして、連結部材23の他端を取付部材24の他方の穴に挿入して圧縮して、リード部20とスリーブ部21とを接続する。可撓性にとむ編組材からなる連結部材23を利用することで、リード部20とスリーブ部21との接続を容易にすると共に、熱収縮により超電導導体層の位置が移動しても、その移動量を連結部材23が変形することで吸収することができる。

[0032] (絶縁部材)

上記リード部20の外周には、相間絶縁を行うべく絶縁部材30を配置する。図4は、絶縁部材におけるリード部の配置状態を模式的に示す上面図である。本例では、各リード部20が相絶縁に必要な距離が保持できるように配置した。具体的には図4に示すように各リード部20は、その中心を頂点とする正三角形となるように配置した。

[0033] 本例に示す三相ケーブルを交流送電に用いると、第一導体層に対しては第二導体層が見かけ上シールドとして作用し、第二導体層に対しては第三導体層が見かけ上シールドとして作用する。そして、第三導体層に対してはケーブルシールド層6がシールドとして作用する。通常、シールド層は接地をとるため、ケーブルシールド層6は

、図3(A)に示す冷媒槽10及び断熱槽40を介して接地をとる。しかし、第二導体層や第三導体層は、大地に対して高電圧部位である。そのため、これら超電導導体層は、大地に対して絶縁をとる必要がある。しかし、本発明では、上記のようにリード部20の外周に絶縁部材30を配置しているため、リード部20により第二導体層、第三導体層は、大地に対して絶縁される。

[0034] このような絶縁部材30は、エポキシ樹脂によって形成した。また、本例では、三つのリード部20と一体に形成した。絶縁部材30の具体的な形状は、図3(A)に示すように円筒状で、両端面にフランジ部31、32を設けており、フランジ部31は、冷媒槽10との固定箇所となり、フランジ部32は、断熱槽40との固定箇所となる。そして、このフランジ部31を冷媒槽10の開口部に配置してボルトなどの固定金具にて絶縁部材30を固定することで、冷媒槽10の冷媒10aを封止することができる。このように絶縁部材30は、冷媒槽10の封止材としても機能する。また、フランジ部32と断熱槽40(蓋部42)とをボルトなどの固定金具にて固定することで、絶縁部材30は、断熱槽40内に固定される。

[0035] (断熱槽)

外部から冷媒槽10への侵入熱を防止するべく、冷媒槽10の外周及び絶縁部材30の外周には、これらを覆うように断熱槽40を具える。本例において断熱槽40は、ステンレスで形成しており、本体部41と、本体部41に着脱可能な蓋部42とからなる分割可能な構成である。本体部41と蓋部42との境界は、上記絶縁部材30と冷媒槽10との境界と同一にしている。本例において蓋部42は、筒状に形成しており、一方の開口部からリード部20を突出可能としている。この形状により、リード部20を具える絶縁部材30を冷媒槽10に固定した後、絶縁部材30に被せるように蓋部42を配置すると、蓋部42の一方の開口部からリード部20が突出した状態になる。蓋部42の本体部41への固定は、蓋部42及び本体部41の双方の開口部にフランジ部を設けておき、これらフランジ部を重ね合わせてボルトなどの固定金具を締め付けることで行った。蓋部42は、リード部20を突出させた側をボルトなどの固定金具により絶縁部材30に固定している。冷媒槽10の外周及び絶縁部材30の外周には、断熱材(図示せず)を配置すると共に、断熱槽40の内部を真空引きすることで、断熱性を高めている。

[0036] (碍管)

リード部20において絶縁部材30から突出させた常温側の外周には、碍管50を配置し、開口部に上部シールド51を配置すると共に、内部に絶縁油などの絶縁流体52を充填している。なお、本例では、碍管を配置したが、エポキシ樹脂などで形成した絶縁筒としてもよい。

[0037] <効果>

上記構成を具える同軸型の三相超電導ケーブルの端末構造は、三心一括型の端末構造と比較して、分岐箱が不要で、かつ一つの終端接続箱で三相を常温側と接続することができるため、終端部における接続構造を小型化することができる。

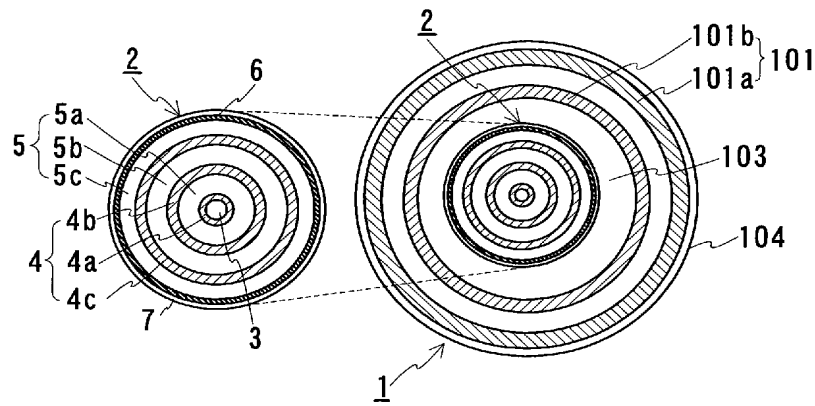
産業上の利用可能性

[0038] 本発明端末構造は、極低温側と常温側との接続部分に構築することが最適である。また、この端末構造は、超電導ケーブルにて電力送電を行う線路において、常温側との接続部分に適用してもよい。

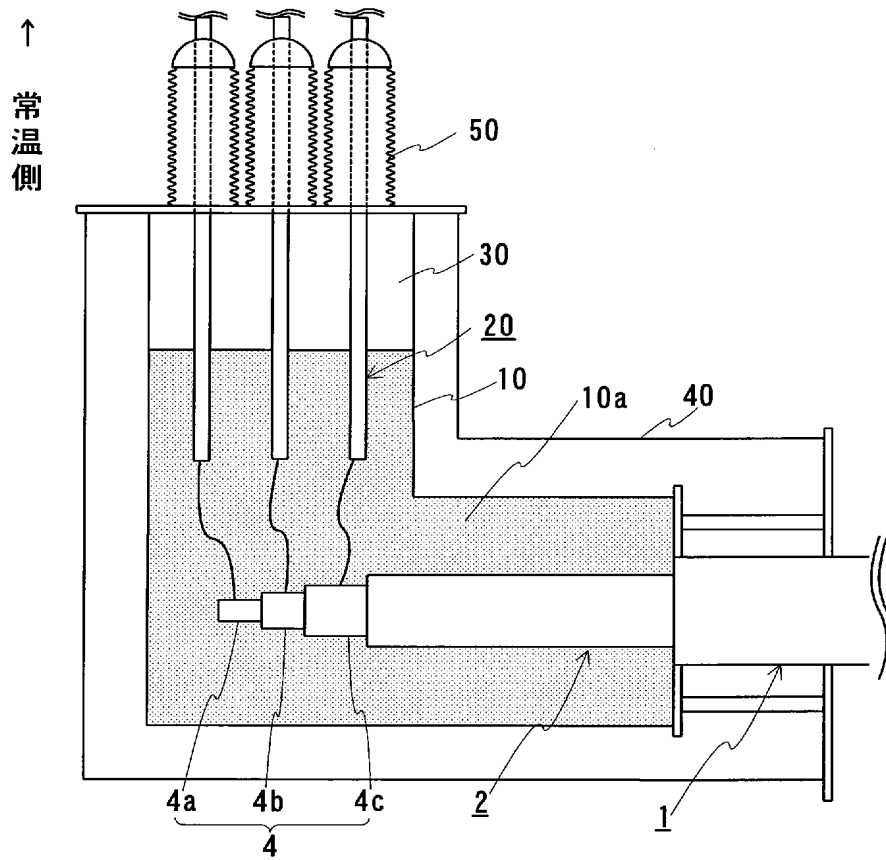
### 請求の範囲

- [1] 導体絶縁層を介して、位相の異なる電流が流される超電導導体層を同心円状に複数具える多相超電導ケーブルと、  
これら超電導導体層の端部を冷却する冷媒が満たされる冷媒槽と、  
これら超電導導体層の端部のそれぞれと電氣的に接続される各リード部と、  
これらリード部の外周に配置されると共に、前記冷媒槽の冷媒を封止する絶縁部材とを具えることを特徴とする多相超電導ケーブルの端末構造。
- [2] 超電導導体層の外周には、導電性材料からなるスリーブ部が配置されて超電導導体層と電氣的に接続されており、リード部は、このスリーブ部に取り付けられていることを特徴とする請求項1に記載の多相超電導ケーブルの端末構造。

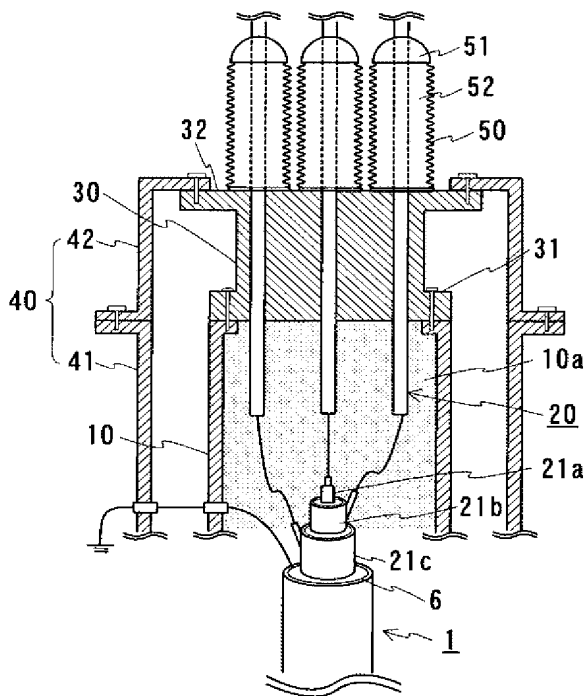
[図1]



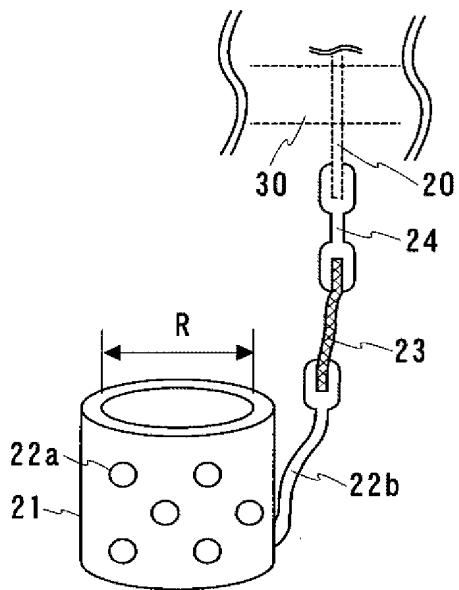
[図2]



[図3(A)]

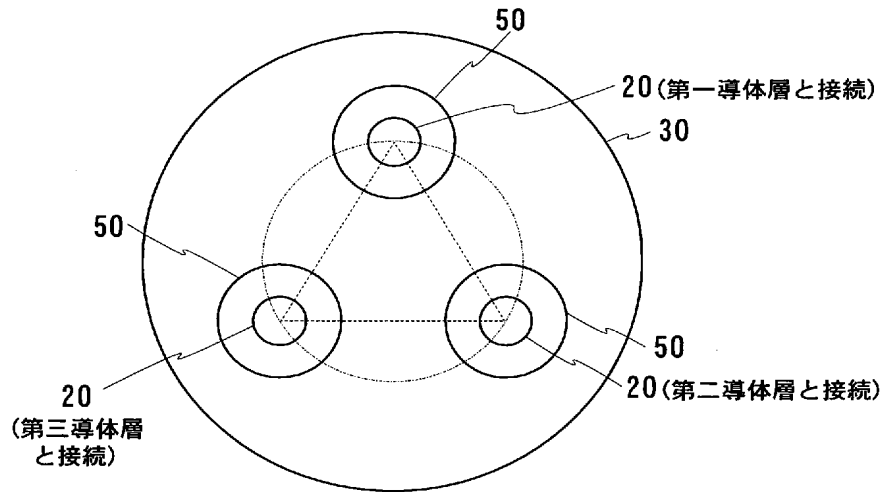


[図3(B)]

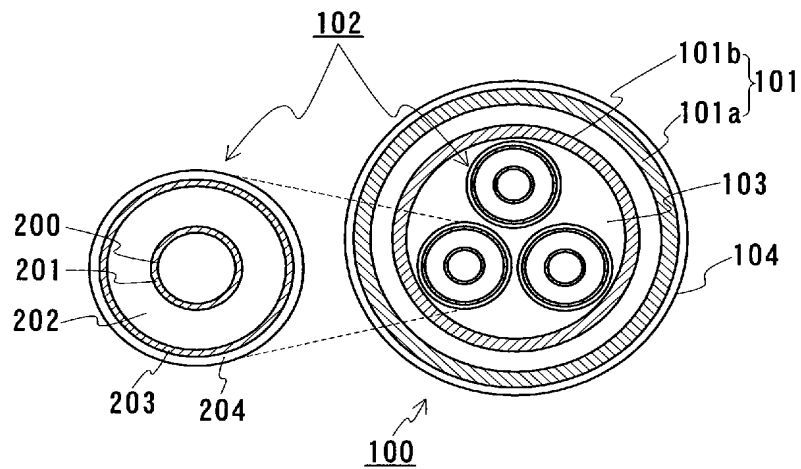




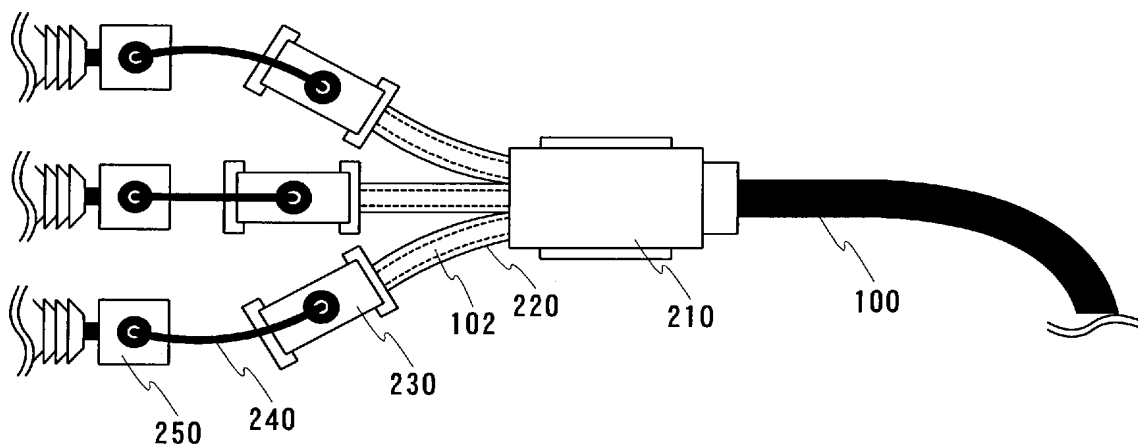
〔図4〕



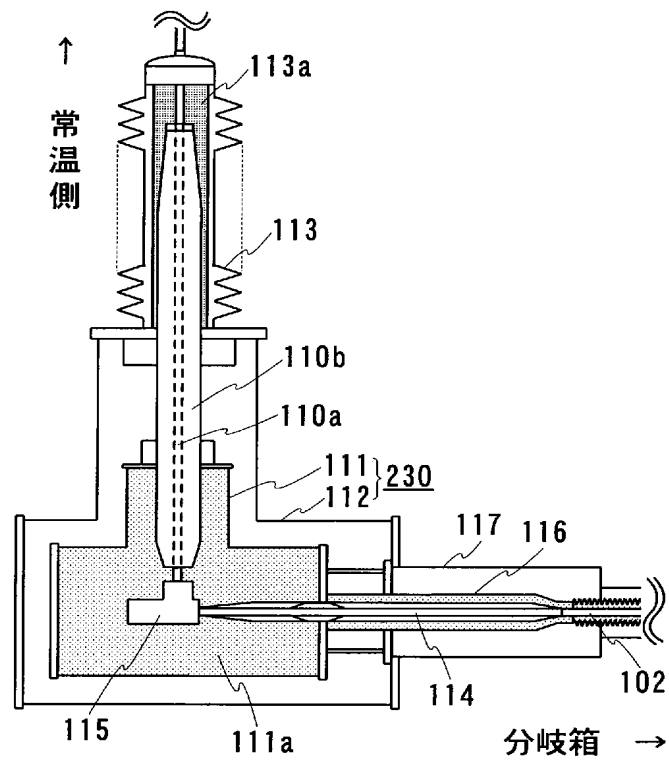
〔図5〕



〔図6〕



[図7]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/002424

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.<sup>7</sup> H02G15/22, H01B12/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.<sup>7</sup> H02G15/20-15/34, H01B12/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 11-262162 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 24 September, 1999 (24.09.99), Fig. 1 (Family: none)	1 2
Y	JP 6-295625 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 21 October, 1994 (21.10.94), Par. No. [0011] (Family: none)	1



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T"

later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;"

document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 May, 2005 (24.05.05)

Date of mailing of the international search report

07 June, 2005 (07.06.05)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.<sup>7</sup> H02G15/22, H01B12/02

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.<sup>7</sup> H02G15/20-15/34, H01B12/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P 11-262162 A (古河電気工業株式会社)、1999. 09. 24、図1 (ファミリーなし)	1
A		2
Y	J P 6-295625 A (住友電気工業株式会社)、1994. 10. 21、[0011] (ファミリーなし)	1

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリ

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

24. 05. 2005

国際調査報告の発送日

07. 6. 2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

大塚 良平

電話番号 03-3581-1101 内線 3546

5B

8627